



Informe Práctica N°1
El Osciloscopio

Robert Ochoa, Rafael Vásquez, Edgar Bulle
fitemasica@gmail.com, rafaelvásquez@gmail.com, Edgar.bulle.acos@gmail.com
Dpto. de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Venezuela.

RESUMEN: *El interés de nuestro estudio en la práctica realizada fue principalmente conocer el funcionamiento del osciloscopio, que es un dispositivo que permite observar la gráfica de un voltaje en función del tiempo, en donde para ello, tomamos en cuenta distintos objetivos, como lo son: i) medir la amplitud pico-pico, periodo y frecuencia de una señal de calibración que dispone el osciloscopio, ii) determinar el valor del voltaje de una batería (un voltaje dc) con este dispositivo y con un tester, en donde comparamos éstos valores, iii)calcular la amplitud, periodo y frecuencia de una señal AC procedente de un generador de funciones, en donde también se comprobaron estos resultados, refiriéndonos a la amplitud de la señal, con un multímetro calibrado para señales alterna, iv) establecer la expresión matemática de una señal senoidal alterna, con los datos obtenidos en iii), v) obtener la relación entre señales de diferentes frecuencias, en donde se hizo uso de dos generadores de funciones para variarlas, produciendo así lo que se denomina figura de Lissajous, que va cambiando su forma en función de la relación que hay entre las dos frecuencias de las señales introducidas en los canales del osciloscopio. Como conclusión pudimos lograr los objetivos de esta práctica, los cuales se pueden decir de forma general, que fueron medir señales continuas y alternas, y obtener la relación entre éstas últimas.*

PALABRAS CLAVE: *El osciloscopio, señal de calibración, señal continua, señal alterna, voltaje, amplitud, periodo, frecuencia, lissajous.*

Robert Ochoa C.I: 24.816.182
Rafael Vásquez C.I: 28.004.054
Edgar Bulle C.I: 24.547.687

Práctica realizada el 11/11/2015
Fecha del informe 07/12/2015
Laboratorio II de Física – sec. 02

INTRODUCCIÓN

La práctica número 1 que se presenta a continuación trata esencialmente del análisis de los distintos tipos de controles que se encuentran en el osciloscopio. Se medirá amplitudes de señales de voltajes continuos y alternos, sus periodos y frecuencias. El objetivo es aprender a manejar el dispositivo del cual trata esta práctica, en la medición de señales de distinta naturaleza. La batería, el generador de funciones y el multímetro, son instrumentos que sirvieron como herramienta para efectuar la práctica. Es importante señalar el alcance que tiene este estudio, empezando por el hecho de que servirá de ayuda para las prácticas posteriores, otra característica importante es que con la ayuda del osciloscopio podemos analizar una señal con mayor eficiencia y en menos tiempo de lo que podríamos hacerlo con cualquier otra herramienta del laboratorio, por tanto, aprender de su uso es de gran interés.

En la figura 1 se muestra un mapa mental, correspondiente al procedimiento experimental de esta práctica.



Figura 1

A continuación se presenta el marco teórico en donde se mencionarán los distintos tipos de conceptos que tienen relación con la práctica.

El osciloscopio.

Básicamente, el osciloscopio es un dispositivo con pantalla gráfica que traza la gráfica de una señal eléctrica en su pantalla. En la mayor parte de las aplicaciones, las gráficas se muestran como señales en función del tiempo. El eje vertical de la pantalla representa la tensión y el eje horizontal representa el tiempo. La amplitud, el período y la frecuencia de una señal se pueden medir con el osciloscopio. La mayoría de los osciloscopios pueden mostrar a la vez al menos dos señales en la pantalla, lo que permite observar su relación en el tiempo.

Tipos de osciloscopios.

Para visualizar señales se pueden emplear dos tipos de osciloscopios: analógico y digital. El osciloscopio analógico funciona aplicando directamente la señal que se va a medir para controlar el movimiento de arriba abajo del haz de electrones del tubo de rayos catódicos (TRC) a medida que oscila a lo largo de la pantalla. El osciloscopio digital convierte la señal que se va a medir en información digital mediante un proceso de muestreo que se realiza en un convertidor analógico-digital (ADC, *Analog-to-Digital Converter*). Luego la información digital se utiliza para reconstruir la señal en la pantalla.

El osciloscopio digital se utiliza mucho más que el analógico. Sin embargo, en muchas

aplicaciones puede utilizarse cualquiera de ellos, ya que cada uno tiene características que le hacen más adecuado para cada situación concreta. Un osciloscopio analógico muestra las señales tal y como se producen en "tiempo real". Los osciloscopios digitales resultan útiles para medir impulsos transitorios que pueden producirse de forma aleatoria o sólo una vez. También, puesto que la información sobre la señal medida se puede almacenar en un osciloscopio digital, puede visualizarse en cualquier instante posterior, imprimirse o analizarse en profundidad utilizando una computadora o cualquier otro medio.

Barrido de un osciloscopio.

Se conoce como la base de tiempo del osciloscopio, el mismo cuenta con un par de placas de deflexión horizontales a las cuales se le aplica internamente un voltaje que varía linealmente con el tiempo que son responsables de que en el punto enfocado en la pantalla barra a ésta de izquierda a derecha, para poder observar la señal en función del tiempo a lo largo de la pantalla.

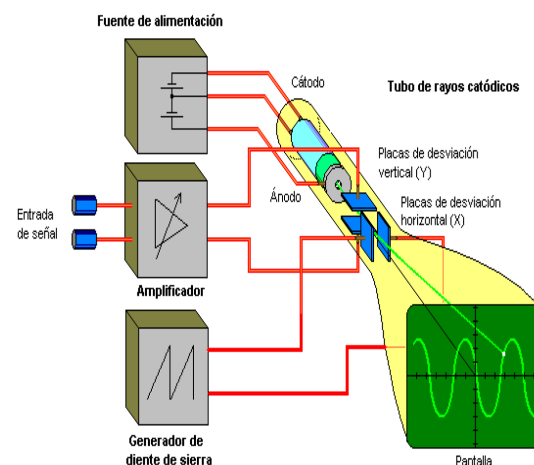
Trigger de un osciloscopio.

Cuando se miden señales periódicas con el osciloscopio, es posible que el período de barrido no sea un múltiplo entero del período de la señal de entrada, esto hace que para cada barrido que realizan las placas de deflexión horizontales, se muestren en la pantalla distintas señales, lo cual se traduce como una superposición de éstas, que impedirá la visualización de la señal que se desea medir, esto sucede para señales más rápidas que el tiempo de retención del ojo.

Por esto, el osciloscopio dispone de un circuito disparador, denominado Trigger, que se puede manejar en el panel de control del dispositivo, el mismo cuenta con el control level (nivel) que determina el punto de la señal en el que se produce el disparo con el fin de iniciar el barrido cada vez que el voltaje llega al valor inicial con que se disparó la primera vez, por dicha razón es que las señales sin puntos de disparos tienden a derivar a lo largo de la pantalla, generando lo que parecen múltiples formas de onda.

En esencia el Trigger de un osciloscopio, es el circuito que se encarga de estabilizar la señal en la pantalla o generar apropiadamente disparos sobre un impulso que se produce sólo una vez o de forma aleatoria.

Amplificador vertical.



En la figura 1.1 se muestra un par de placas horizontales que forman parte de un amplificador vertical, las cuales desvían de arriba a abajo al haz de rayos catódicos.

El amplificador vertical es el bloque encargado de procesar la señal que queremos aplicar en el canal vertical para adaptarla a los requerimientos de voltaje de las placas de deflexión vertical.

A la señal de entrada se le aplica la amplificación o atenuación necesarias para

observarla adecuadamente en la pantalla del osciloscopio. La amplificación o atenuación puede controlarse externamente mediante un selector calibrado que se encuentra en el panel frontal del osciloscopio. Con la ayuda de este selector y las divisiones de la pantalla podemos determinar la amplitud de la señal de entrada.

Salida de calibración de un osciloscopio.

Esta es la señal que dispone el osciloscopio, con la cual se puede comprobar que tan calibrado está. Por ejemplo, una de las señales de calibración que dispone éste dispositivo, es una onda *cuadrada* con una *frecuencia de 1000Hz*, por ende, al calibrar al osciloscopio con ésta, se debería obtener la forma de onda y frecuencia mencionadas anteriormente.

Valor pico.

El valor pico de una señal corresponde al valor medido desde la referencia a tierra (ground) hasta el punto más lejano de ésta que está contenido en dicha señal.

Valor pico-pico de un voltaje periódico.

Este valor siempre será independiente de donde se encuentre la tierra (ground), ya que él representa el valor en voltios de las divisiones en la pantalla que hay desde el pico más alto hasta el pico más bajo de esta señal, en un período, medido en el eje vertical.

Calcule el valor eficaz de:

a) Onda senoidal

b) Onda triangular

c) Onda cuadrada

Dada una señal periódica f(t) de período T el valor eficaz de f(t) está dado por:

$$f_{prom} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (f(t))^2 dt} \qquad (1\text{-}1)$$

Entonces utilizando la fórmula (1-1) para:

a) $f(t) = V_p sen(wt)$ se tiene:

$${f_{ef}}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T (V_p sen(wt))^2 dt$$

$${f_{ef}}^2 = \frac{{V_p}^2}{2T}\int_0^T \left(1 - cos(2wt)\right)dt$$

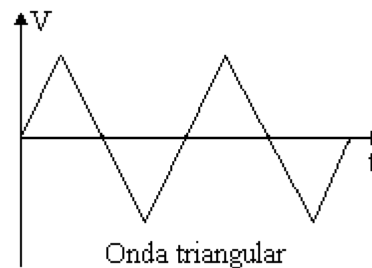
$${f_{ef}}^2 = \frac{{V_p}^2}{2T}\left(t - \frac{sen(2wt)}{2w}\right)_0^T$$

$${f_{ef}}^2 = \frac{{V_p}^2}{2T}\left(T - \frac{sen(2wT)}{2w} - 0\right)$$

$${f_{ef}}^2 = \frac{{V_p}^2 T}{2T}$$

$$\boxed{f_{ef} = \frac{Vp}{\sqrt{2}}}$$

b)



Al observar esta señal se puede observar que aplicando la fórmula (1-1) el resultado de la sumatoria de los valores cuadráticos por cada cuarto de período son los mismos, por lo que aprovecharemos ésta importante característica para agilizar los cálculos, entonces el valor eficaz es el mismo que el de uno de estos cuatro tramos de la señal.

$$
{f_{ef}}^2 = \frac{4}{T}\int_0^{\frac{T}{4}} \left(\frac{4V_p t}{T}\right)^2 dt
$$

$$
{f_{ef}}^2 = \frac{64{V_p}^2}{T^3}\left(\frac{t^3}{3}\right)_0^{\frac{T}{4}}
$$

$$
{f_{ef}}^2 = \frac{64{V_p}^2}{3T^3}\frac{T^3}{64}
$$

$$
\boxed{f_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{3}}}
$$

c) Como la señal cuadrada alterna su valor entre dos valores extremos, entonces su valor eficaz sera simplemente su propio valor pico

$$
\boxed{f_{ef} = V_p}
$$

Calcule el valor RMS de los mismos tres voltajes anteriores.

¿Cómo medirá la frecuencia de una señal?

Con la ayuda del osciloscopio podemos medir la frecuencia de una señal periódica de una forma indirecta, calculando su período. Luego la frecuencia será el recíproco del valor de este período. Como toda medida, ésta posee un error el cual viene dado por la derivada de la frecuencia respecto del tiempo, multiplicado por el error en la escala de tiempo.

¿Cómo medirá el valor pico de una señal?

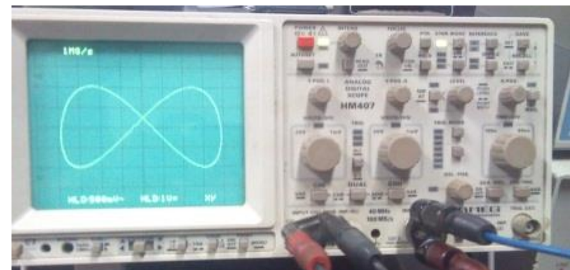
Se cuentan las divisiones que hay desde la referencia a tierra (ground) que se debe de haber ubicado previamente en alguna posición de la pantalla hasta el punto más lejano de ésta, bien sea hacia arriba o hacia abajo y se multiplica por el valor de la división en voltios correspondiente.

¿Cómo ajustará los selectores de la entrada para medir el voltaje DC de la batería?

Se conecta la batería en paralelo con el osciloscopio utilizando en este caso el canal A por decisión propia, en este canal se encuentra un interruptor AC/DC que permite bloquear a la componente continua de la señal si se encuentra pulsado en AC y muestra la componente continua si se encuentra pulsado en DC. En este caso como mediremos una señal totalmente continua (el voltaje de la batería), entonces la componente continua obtenida con el interruptor en DC, corresponderá al propio valor en voltios de la batería.

MATERIALES Y EQUIPOS

a. Osciloscopio type HM407
Watts (máx.)= 40
Voltaje=100-240 v
Frecuencia (AC)= 50 – 60 Hz
Fusible IEC 127- III.



b. Generador



c. Tester:
Modelo: UT50B
Placa: 1080313487.



d. Batería

ACTIVIDAD N°2. VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN DEL OSCILOSCOPIO.

Determine: la amplitud pico-pico, el período y la frecuencia de la señal.



Figura 2

En la figura dos se puede observar la señal de calibración medida, la cual es una onda cuadrada.

Escala del eje horizontal: 200 µs
Escala del eje vertical: 50 mV

Metodología: Primero, aclaramos que todas las medidas obtenidas en el osciloscopio se calcularon con la metodología empleada en la ecuación (2-1), en donde para obtener el valor de una medida, contamos primero las divisiones de ésta, tomando en cuenta su error y lo multiplicamos por el valor de la escala correspondiente que vale cada división, bien sea, tensión o tiempo.

$$\boldsymbol{Medida} = (\boldsymbol{Y} \pm \Delta\boldsymbol{Y})\boldsymbol{div} \cdot \frac{\boldsymbol{Escala\,V}}{\boldsymbol{div}} \qquad (2\text{-}1)$$

Por ejemplo, para el voltaje pico-pico:

$$Vpp = (4 \pm 0{,}2)div \cdot \frac{50mV}{div}$$

$$Vpp = (200 \pm 10)\, mV$$

Período:

$$T = (960 \pm 40)\ \mu s$$

Frecuencia:

$$F = (\bar{F} \pm \Delta F)$$

Para $\bar{F}$, tenemos:

$$\bar{F} = \frac{1}{\bar{T}} = \frac{1}{960\mu s} = 1041{,}67\, Hz$$

Para $\Delta F, tenemos$:

$$\Delta F = \frac{\partial F}{\partial T} \cdot \Delta T = -\frac{1}{T^2} \cdot \Delta T = -43{,}40\, Hz$$

Entonces la frecuencia será:

$$F = (1041{,}67 \pm 43{,}40)\, Hz$$

ACTIVIDAD N°3. MEDICIÓN DE UNA SEÑAL CONTINUA.

Procedimiento experimental para la medición de esta señal.

1. Coloque el osciloscopio sólo para medir señal continua (DC).
2. Ajuste su referencia de tierra en la parte más baja de la pantalla, y las escalas de forma que pueda obtener la imagen más amplia en la pantalla.

En la figura 2.1 se muestra la imagen obtenida, después de haber cumplido con los procedimientos 1 y 2, en la cual se encuentra la señal continua que representa al voltaje propio de la batería, también usamos el canal 2 como ayuda para ubicar la posición de la referencia de tierra.

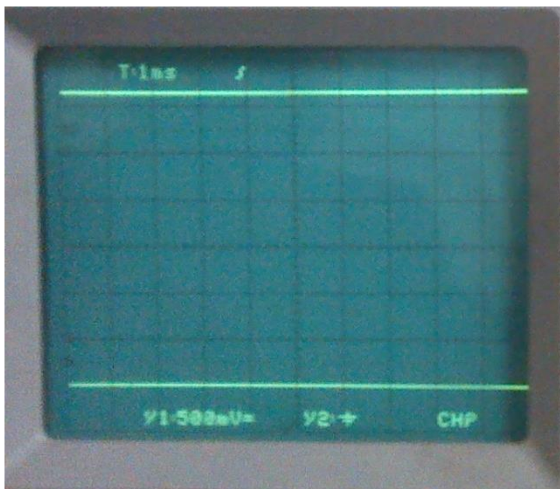


Figura 2.1

Escala del eje vertical: 500 mV

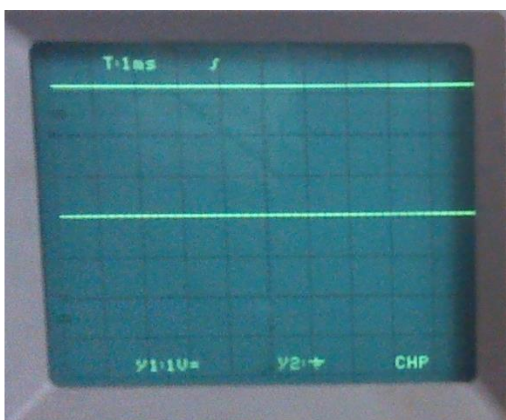
Medición:

El voltaje de la batería será el valor en voltios de las divisiones que hay, desde la referencia de tierra hasta la señal continua, medido en el eje vertical.

$$V_{DC} = (6{,}2\ \pm 0{,}2)div \cdot \frac{500mv}{div}$$

$$\boxed{V_{DC} = (3{,}1\ \pm 0{,}1)V} \qquad (1)$$

3. Mueva la referencia de tierra al centro de la pantalla y tome de nuevo la medida.



$$\boxed{V_{DC} = (3{,}2\ \pm 0{,}2)\ V} \qquad (2)$$

Como podemos notar la medida obtenida en (1) posee un menor error que la medida obtenida en (2), esto significa que su medida es más exacta que esta última, por tanto, recomendamos medir el voltaje de la batería con el primer procedimiento.

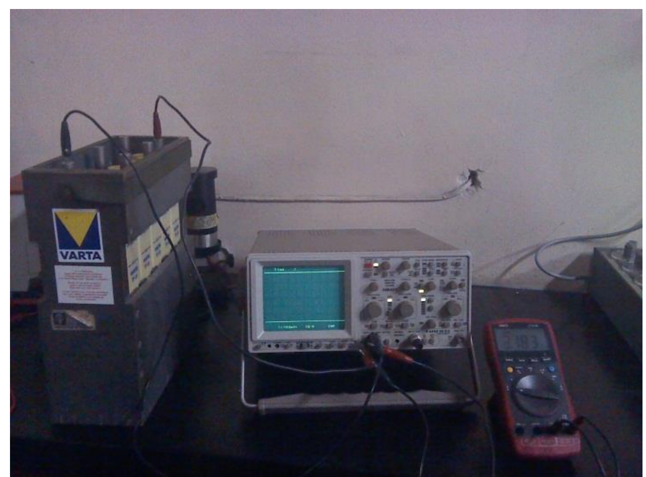
4. Mida el voltaje con un voltímetro.



$$\boxed{V_V = (3{,}183\ \pm 0{,}001)\ V}$$

Según los resultados obtenidos, la medida del voltaje de la batería con el voltímetro es más exacta que la medida encontrada con el osciloscopio, debido a que su apreciación es menor a la apreciación obtenida con la mejor medida del osciloscopio.

Diagrama de conexión total de la actividad n°3.

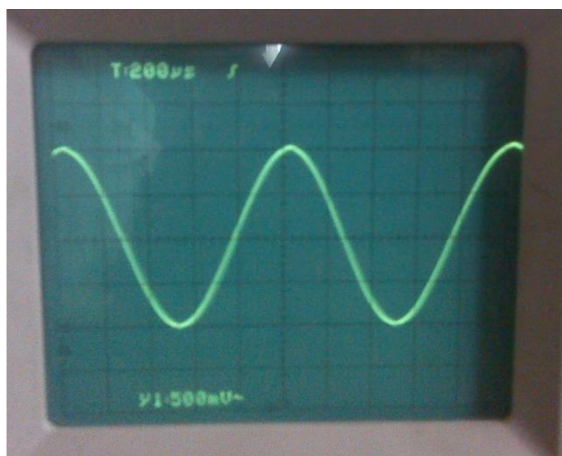


ACTIVIDAD N°4. MEDIDA DE VOLTAJE ALTERNO. OSCILOSCOPIO VS VOLTÍMETRO.

Se ajusta al generador para señal senoidal, y se verifica que su amplitud esté en el mínimo, también se ajusta el canal 1 colocando el selector AC/DC en AC para medir señales alternas, se coloca la referencia de tierra centrada en el osciloscopio, para conectar luego el canal 1 del osciloscopio a la salida del generador y se toma en cuenta el siguiente procedimiento:

1. Encienda el generador
2. Ajuste la frecuencia del generador a 1000Hz.
3. Ajuste la amplitud del generador para un voltaje pico-pico de 2Vpp.

A continuación se muestra la imagen de la señal obtenida.



4. Determine la amplitud pico, el período y la frecuencia de la señal.

Amplitud:

Voltaje pico-pico. (Vp ± ∆V).	**Valor de la escala del canal**
Vp = (1000 ± 100) m V	500 mV
Vp = (1 ± 0,1) V	1 V

Período:

Período. (T ± ∆T).	**Valor de la escala del canal**
T = (960 ± 40) µs	200 µs
T = (9,6 ± 0,4) · 10^{-4} s	1 s

Frecuencia: Está valor se calculó con el mismo procedimiento que se utilizó, para la señal de calibración del osciloscopio.

Frecuencia. (F ± ∆F)
F = (1041,67 ± 43,40) Hz

$$Vrms = \frac{Vp}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ V \qquad (3)$$

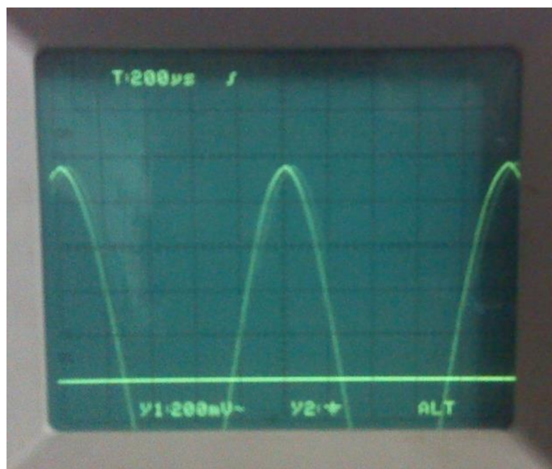
5. Apague al generador sin modificar valores
6. Seleccione la función voltímetro AC. Conecte al generador y encienda el multímetro.
7. Encienda el generador
8. Registre la medida del generador con el voltímetro.

A continuación se muestra la lectura del voltímetro, luego de haber tomado en cuenta los procedimientos mencionados anteriormente.

$$V_V = (0{,}683\ \pm 0{,}001)\ V$$

Como podemos apreciar los valores eficaces obtenidos con el osciloscopio y el voltímetro difieren considerablemente, por tal motivo, optamos en tomar una nueva medida de la señal senoidal alterna con el osciloscopio; ubicando la referencia de tierra en la parte más baja de la pantalla, como se hizo para la medición de una

señal continua, de forma que podamos obtener la imagen más amplia en la pantalla, y obtener un mejor resultado en la medición de la amplitud, minimizando el error en la escala, para así, acercarnos con más exactitud al valor real de dicha medida.



Amplitud:

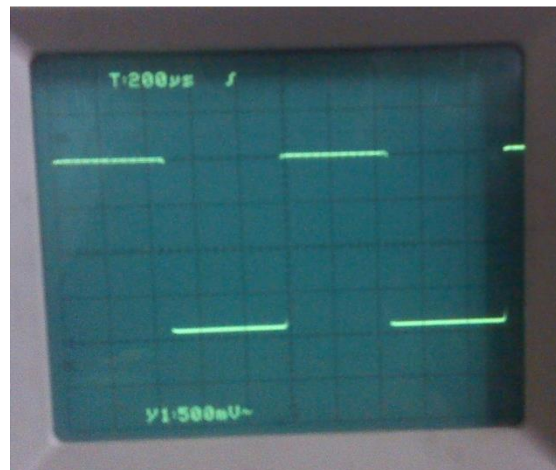
Voltaje pico-pico. (Vp ± ΔV).	Valor de la escala del canal
Vp = (960 ± 40) m V	200 mV
Vp = (0,96 ± 0,040) V	1 V

$$Vrms = \frac{Vp}{\sqrt{2}} = \frac{0{,}96}{\sqrt{2}} = 0{,}678\,V \quad (4)$$

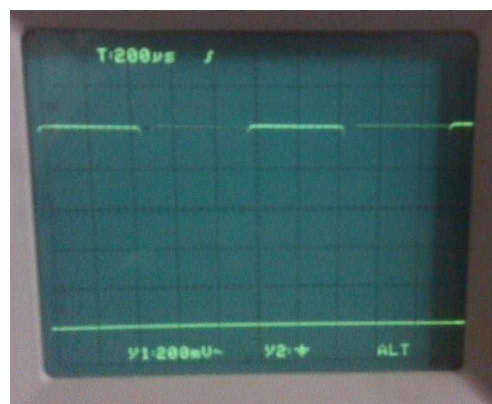
Con este nuevo resultado del valor eficaz, se puede concluir que se mejoró la medida realizada con el osciloscopio, en donde en este caso, ambas medidas obtenidas (osciloscopio y voltímetro) son cercanas, sin embargo, es necesario destacar que el voltímetro presenta una mejor medida del valor eficaz de la señal, ya que su apreciación cuenta con un pequeño error de 0,001, el cual sigue siendo menor al del osciloscopio.

De la misma manera se aplicó el mismo procedimiento, para medir la señal onda cuadrada y triangular.

Onda cuadrada.



Ajustando la referencia de tierra en la parte más baja de la pantalla, para obtener una buena medida de la amplitud.



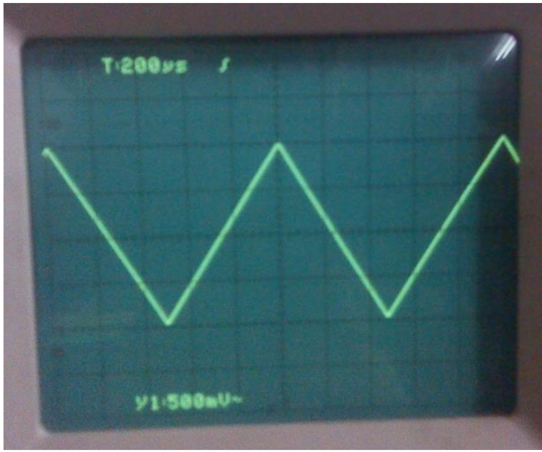
Amplitud:

Voltaje pico-pico. (Vp ± ΔV).	Valor de la escala del canal
Vp = (1000 ± 40) mV	200 mV
Vp = (1 ± 0,040) V	1 V

$$Vrms = \ 1\,V$$

Lectura del voltímetro: $V_V = 0.99v$

Onda triangular.



Amplitud:

Voltaje pico-pico. (Vp ± ΔV).	**Valor de la escala del canal**
Vp = (1000 ± 100) mV	500 mV
Vp = (1 ± 0,1) V	1 V

$$Vrms = \frac{Vp}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0{,}577\ V$$

Lectura del voltímetro:



$$V_V = 0{,}542\ V$$

ACTIVIDAD N°5. EXPRESIÓN MATEMÁTICA DE UNA SEÑAL SENOIDAL.

1. Con los valores obtenidos en la actividad anterior. Exprese la señal senoidal alterna observada en el osciloscopio por medio de la expresión matemática.

$$V_g = V_P sen(wt + \emptyset)$$

Siendo:
V_P: amplitud de la señal senoidal
$w = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$; frecuencia angular
$\emptyset$: ángulo de desfasaje según referencia

En nuestro caso tenemos:

$$V_g = (0{,}96 \pm 0{,}040) sen\left(2083{,}34\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\ \mathrm{V}$$

ACTIVIDAD N°6. RELACIÓN ENTRE SEÑALES DE DIFERENTES FRECUENCIAS. (MÉTODO DE LAS CURVAS DE LISSAJOUS).

1. Conectar los canales del osciloscopio canal 1 (CH1) y canal 2 (CH2) a la salida de los generadores (GEN1) y (GEN2) respectivamente, y se ajusta la amplitud de estos a 2Vpp.

En nuestro caso, cuando se hizo la práctica grupal en el laboratorio, variamos las frecuencias de ambos generadores del osciloscopio, obteniendo los siguientes resultados.

Frecuencias variables (Hz)	Figura de Lissajous	Relación f(x)/f(y)
F(x) = 2000Hz F(y) = 1000Hz		f(x) = 2f(y)
F(x) =2000Hz F(x) = 3000Hz		3f(x) = 2f(y)
F(x) = 2000Hz F(y) = 4000Hz		2f(x) = f(y)
F(x) = 500Hz F(y) = 2000 Hz		4f(x) = f(y)

CONCLUSIONES

- Cuando se toma una medida con el osciloscopio, usar uno de los canales como por ejemplo, el canal 1 (CH1) para tomar la medida y el otro (CH2) como ayuda para ubicar la referencia de tierra del canal 1 en la parte más baja de la pantalla, se puede obtener la imagen más amplia, produciendo así una menor escala con el fin de reducir los errores obtenidos. El multímetro es un instrumento que nos da una buena aproximación del valor verdadero de la medida, en vista de que su apreciación es mínima en comparación con el osciloscopio, sin embrago con este último se pueden obtener distintas características de una señal como lo son su amplitud, período y frecuencia si es una señal alterna lo cual no se puede obtener con un multímetro, el cual mediría solo el valor eficaz de la señal AC.
- El método de las curvas de lissajous es aquel que proporciona la relación entre señales de diferentes frecuencias, en donde, si no se conoce una de las frecuencias de dos señales se puede calcular ésta a través de la relación que nos da la figura de lissajous.

BILBIOGRAFÍA

Contreras Omar (2009). Laboratorio II de Física. 1ra Edición, pag 1-20. Editorial Dirección de Medios y Publicaciones de la Universidad de Carabobo: Venezuela. 2009.

Thomas L. Floyd (2006). Fundamentos de sistemas digitales. 9na Edición, pág. 31-35. Editorial Pearson Educación S.A.

CAPÍTULO VIII. El osciloscopio, pág. 125. http://www.labc.usb.ve/paginas/mgimenez/Lab_Circ_Electronicos_Guia_Teorica/Cap8.pdf